

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 637 611  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 88 13459

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : C 12 N 11/08; C 02 F 3/28, 11/04.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 7 octobre 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 15 du 13 avril 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Alain BERNIS, Hervé BOILEAU et Mi-  
chel MARTIN-BOUYER. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Alain Bernis ; Hervé Boileau ; Michel Mar-  
tin-Bouyer.

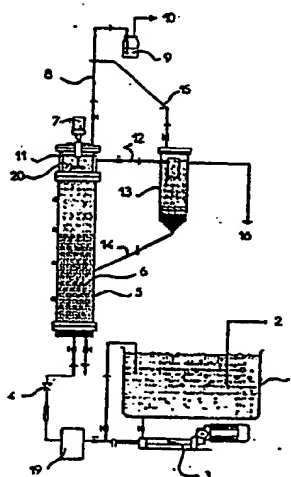
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Laurent et Guerre.

⑤4 Procédé pour fixer des microorganismes sur des particules de polymère et procédé d'épuration mettant en œuvre  
des particules ainsi colonisées.

⑤7 Procédé pour fixer des microorganismes sur des parti-  
cules de polymère, caractérisé en ce qu'il consiste : tout  
d'abord, à faire gonfler des polymères superabsorbants dans  
une solution nutritive contenant lesdits microorganismes; puis,  
après gonflement, à éliminer l'excès éventuel d'eau; et enfin, à  
recueillir les particules de gel gonflées colonisées ainsi formées  
et éventuellement à les déshydrater.

Application : épuration des effluents résiduels, notamment  
agroalimentaires.



*Handwritten signatures and initials:*  
Mst  
C. M. B. L.  
\_\_\_\_\_

*Handwritten initials:*  
JDS

FR 2 637 611 - A1

PROCEDE POUR FIXER DES MICROORGANISMES SUR DES PARTICU-  
LES DE POLYMER ET PROCEDE D'EPURATION METTANT EN OEUVRE  
DES PARTICULES AINSI COLONISEES.

5 L'invention concerne un procédé pour fixer des microorganismes sur des particules de polymère ; elle se rapporte également à un procédé d'épuration mettant en oeuvre des particules ainsi colonisées.

Le traitement de solutions nutritives, tels que les  
10 effluents résiduaires, au moyen de microorganismes est bien connu. Il n'est donc pas utile de décrire cette technique ici en détail. Si dans la suite de la description et des revendications, le procédé est plus particulièrement décrit dans son application pour le traitement  
15 des effluents résiduaires, il peut l'être également pour tout autre type de fermentation, notamment pour la production d'alcools, de protéines, etc. .

De même, dans la suite de la description et des revendications, par "microorganisme", on englobe aussi  
20 bien les bactéries que les levures, les champignons, les protozoaires ou les enzymes.

On a déjà proposé de traiter des solutions nutritives, tels que des effluents résiduaires domestiques ou  
25 industriels déjà partiellement épurés, en les faisant passer dans un lit fluidisé de supports filamenteux ou granuleux, tels que du sable, de la brique concassée, du charbon actif, des argiles, des fibres de coton, sur lesquels on a préalablement fixé des microorganismes.  
30 Bien que développée, cette technique présente toutefois l'inconvénient de faire appel à des supports relativement lourds et colmatables, ayant une faible surface spécifique efficace et une masse volumique élevée, donc difficile à mettre en suspension. De la sorte, le rende-  
35 ment de ce procédé reste encore réduit.

On a également suggéré d'encapsuler des bactéries dans une matrice de polyacrylamide en polymérisant un mélange de bactéries concentrées, d'acrylamide, de méthylène bis-acrylamide et de catalyseur. Après broyage, 5 on obtient des grains formés de bactéries colonisés dans un support de polymère superabsorbant que l'on peut utiliser dans une réaction bactérienne ou enzymatique, par exemple sous forme de lit fluidisé. Cette technique reste longue et coûteuse. En outre, lors de la polymérisation, 10 les bactéries se dégradent fréquemment.

L'invention pallie ces inconvénients. Elle vise un procédé pour fixer des microorganismes sur des particules de polymère afin de les coloniser, qui soit facile à 15 mettre en oeuvre, efficace et ne présente pas les inconvénients évoqués ci-dessus et soit parfaitement adapté au traitement des effluents résiduels par fluidisation.

20 Ce procédé pour fixer des microorganismes sur des particules de polymère se caractérise en ce qu'il consiste :

- 25 . tout d'abord, à faire gonfler des polymères superabsorbants dans une solution nutritive contenant les dits microorganismes ;
- . puis, après gonflement, à éliminer l'excès éventuel d'eau ;
- . et enfin, à recueillir les particules de gel gonflées colonisées ainsi formées.

30

En d'autres termes, l'invention consiste à ajouter un polymère superabsorbant bien connu par ailleurs, à une solution mère contenant des microorganismes, à laisser gonfler le dit superabsorbant dans la dite solution 5 mère jusqu'à obtenir un gel de particules de superabsorbants colonisées par les dits microorganismes, et enfin à faire traverser une solution nutritive sur un lit de gel de particules contenant les dits microorganismes .

10 Dans une forme de réalisation préférée adaptée au traitement des effluents résiduaire, l'invention consiste :

- à ajouter des grains de superpolymères absorbants à une solution contenant des bactéries anaérobie, et ce 15 à une température voisine de la température de développement optimal des dites bactéries ;

- puis, à laisser gonfler ce polymère, de manière à ce que les bactéries se fixent puis se développent dans le dit polymère ;

20 - à éliminer l'eau non fixée, de manière à obtenir des particules de polymère superabsorbant colonisées par ces bactéries ;

- et enfin, à introduire ces particules colonisées dans un réacteur de fluidisation en milieu anaérobie où 25 l'on introduit l'effluent à épurer.

De la sorte, les microorganismes sont fixés sur les parois internes du réseau tridimensionnel du polymère superabsorbant, soit par des forces de Van der Waals, 30 notamment grâce aux fonctions amidés, soit par fixation ionique lorsque le superabsorbant et le microorganisme ont des charges inverses.

Avantageusement, en pratique :

- les microorganismes résistent à une température supérieure à 100°C et les particules gonflées colonisées obtenues sont déshydratées ; on obtient ainsi des supports colonisés de faible volume, faciles à stocker, à transporter et à réactiver, ce qui permet de s'adapter commodément à des variations saisonnières de charges dans les stations d'épuration ;
- les microorganismes sont comme déjà dit constitués par des bactéries, des champignons, des levures, des enzymes ;
- le polymère superabsorbant présente une polarité inverse de la polarité du microorganisme que l'on cherche à fixer ;
- 15 - le polymère superabsorbant est un polymère réticulé tridimensionnel hydrophile insoluble, tel que notamment un polyacrylamide ;
- des particules de gel de polymère superabsorbant gonflées et colonisées sont utilisées comme support d'un traitement en lit fluidisé anaérobie ;
- 20 - le procédé est indépendant de la température de croissance des bactéries ; il fonctionne aussi bien avec des bactéries cryophiles, mesophiles que thermophiles.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux des exemples de réalisation qui suivent, à l'appui de la figure unique annexée qui montre un schéma d'une installation pilote de méthanisation conforme à l'invention.

Dans un bac (1), on recueille des effluents résiduaux (2) ayant déjà subi une épuration physico-chimique par un moyen en soi connu et ce, notamment pour éliminer les éventuelles matières en suspension. Une pompe à vis Moineau (3) aspire ces eaux dans un ensemble de conduit, de by-pass, de débitmètre puis d'un clapet anti-retour (4) pour les amener au bas d'un réacteur fluidisé (5). Suivant la température de l'effluent (2) et la température de croissance des bactéries, on chauffe ou on refroidit la solution par l'intermédiaire d'un échangeur (19) ou d'une double enveloppe disposée sur le réacteur (5). Ce réacteur (5) anaérobie est rempli jusqu'à un niveau approprié de particules (6) colonisées conformément à l'invention. Un agitateur (7) disposé en tête de réacteur favorise le dégazage du méthane ainsi produit. Ce gaz est éliminé par un conduit (8) lavé en (9) et évacué en (10) vers un point de stockage.

Les eaux partiellement épurées (20) recueillies en tête de réacteur (6) sont éliminées par un conduit (12) qui les amène à un décanteur (13) où les dernières suspensions sédimentent par gravité. Les particules décantées sont ramenées au réacteur par le conduit (14). En revanche, les gaz sont ramenés par le conduit (15) sur le circuit (8). Les eaux épurées sont retirées en (16).

Exemple 1 :

Dans le digesteur anaérobie d'une station d'épuration, on prélève quinze litres de liquide surnageant. A température ambiante, on ajoute deux cent grammes d'un polyacrylamide concassé et tamisé à 1,5 millimètre, commercialisé par SNF sous la référence 3005. On laisse gonfler le polymère superabsorbant ainsi introduit pendant quatre heures.

10 On obtient des particules de gel que l'on filtre grossièrement pour éliminer l'eau non fixée. On obtient de la sorte des particules de gel ayant grossi environ soixante quinze fois et ayant un volume moyen de l'ordre du centimètre cube.

15 On introduit ces particules (6) dans le réacteur (5), où elles sont fluidisées de manière connue en milieu anaérobie par l'effluent (2) à épurer, tel que par exemple un effluent agroalimentaire.

20 Au bout de trois heures de passage de l'effluent (2) sur les particules (6) colonisées, on détecte en (8) la production de méthane. Cela signifie que le procédé de fluidisation conduit bien à une purification significative de l'effluent (2).

Exemple 2 :

On remplace le polymère superabsorbant colonisé (6) par du sable colonisé selon la technique habituelle.

30 Pour bien maintenir le sable en suspension, il est indispensable d'avoir une boucle de recirculation de l'effluent (2) dans le réacteur (5), ce qui entraîne un surcoût d'investissement et d'énergie appréciable.

35

La réaction, c'est-à-dire la production de méthane en (8) s'amorce seulement au bout de trois semaines contre trois heures selon l'invention.

5 De plus, à volume de support constant et à charges égales, le rendement d'épuration de cette technique classique est inférieure de trente pour cent (30 %) à celle de l'invention (exemple 1).

10 Exemple 3 :

Dans une station de traitement d'effluents résiduaires d'eau par voie anaérobie, on introduit dans le réacteur (5) un support colonisé de polyacrylamides (6) préparées conformément à l'exemple 1, à raison de cinq à 15 quatre vingt-dix pourcent (5 à 90 %) du volume du réacteur (5), de préférence au voisinage de soixante dix pourcent (70 %).

On fait passer dans ce réacteur (5) un effluent (2) 20 agroalimentaire ayant une demande chimique en oxygène (DCO) de cinquante kilos par mètre cube (50 kg/m<sup>3</sup>). On observe également un dégagement de méthane après trois heures.

25 Le rendement d'épuration est voisin de quatre vingt dix pourcent (90 %) pour un temps de passage de l'ordre de une heure.

On peut ainsi démarrer rapidement l'installation d'épuration.

30

Exemple 4 :

Élimination des nitrates et des phosphates dans l'eau potable par passage dans des cartouches de lits fluidisés contenant des bactéries spécifiques contre ces 35 produits colonisés conformément à l'exemple 1.



Le procédé selon l'invention présente de nombreux avantages par rapport aux procédés de fluidisation connus à ce jour. On peut citer :

- l'augmentation de la charge volumique du réacteur, puisque à taille d'installation égale, la quantité de pollution traitée est augmentée ;
- du fait de la faible masse volumique des particules colonisées, amélioration du rendement énergétique de l'installation, puisqu'il y a moins d'énergie consommée ;
- 10 en outre, il n'est plus nécessaire d'avoir une boucle de recyclage ;
- échelle de vitesse de fluidisation étendue (de un à dix), ce qui permet de subir d'importantes variations du débit d'alimentation sans modification des performan-
- 15 ces ; en outre, on peut ainsi utilement éliminer les bacs tampons nécessaires jusqu'alors ;
- possibilité de sécher le support colonisé par les bactéries en le déshydratant, ce qui permet d'en réduire son volume près de cent fois, facilite le stockage, le
- 20 transport et surtout le réactivation même après plusieurs mois sans aucune précaution particulière ; on peut donc ainsi utiliser commodément ces particules lors du démarrage d'une installation qui deviendra ainsi productive très rapidement (quelques heures contre quelques semaines actuellement) ;
- facilité de préparation en laboratoire de particules colonisées par des bactéries spécifiques, faciles à stocker une fois déshydratées et que l'on utilise au fur et à mesure des besoins ;
- 30 - enfin, les gels de polyacrylamide ayant la particularité d'exercer une forte rétention vis-à-vis des éléments présents dans l'eau, en particulier l'acide acétique et l'acétate, on favorise ainsi la méthanogenèse. Ce support colonisé a donc un rôle tampon appréciable
- 35 lors d'une pointe de charge.

De la sorte, cette technique de fixation des micro-organismes sur des particules peut être utilisée avec succès dans toutes les techniques où l'on met en oeuvre des microorganismes encapsulés, notamment en lit fluidisé, et plus particulièrement pour le traitement de liquides en grande quantité, tels que les effluents résiduaux industriels, domestiques, agricoles, etc. .

REVENDEICATIONS

1/ Procédé pour fixer des microorganismes sur des  
particules de polymère, caractérisé en ce qu'il consis-  
5 te :

- . tout d'abord, à faire gonfler des polymères su-  
perabsorbants dans une solution nutritive conte-  
nant les dits microorganismes ;
- 10 . puis, après gonflement, à éliminer l'excès éven-  
tuel d'eau ;
- . et enfin, à recueillir les particules de gel  
gonflées colonisées ainsi formée.

2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en  
15 ce que les microorganismes résistent à une température  
supérieure à 100°C et en ce que les particules de gel  
gonflées colonisées obtenues sont déshydratées.

3/ Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,  
20 caractérisé en ce que les microorganismes sont choisis  
dans le groupe comprenant les bactéries, les champig-  
nons, les levures et les enzymes.

4/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,  
25 caractérisé en ce que le polymère superabsorbant pré-  
sente une polarité inverse de la polarité du microor-  
ganisme que l'on cherche à fixer.

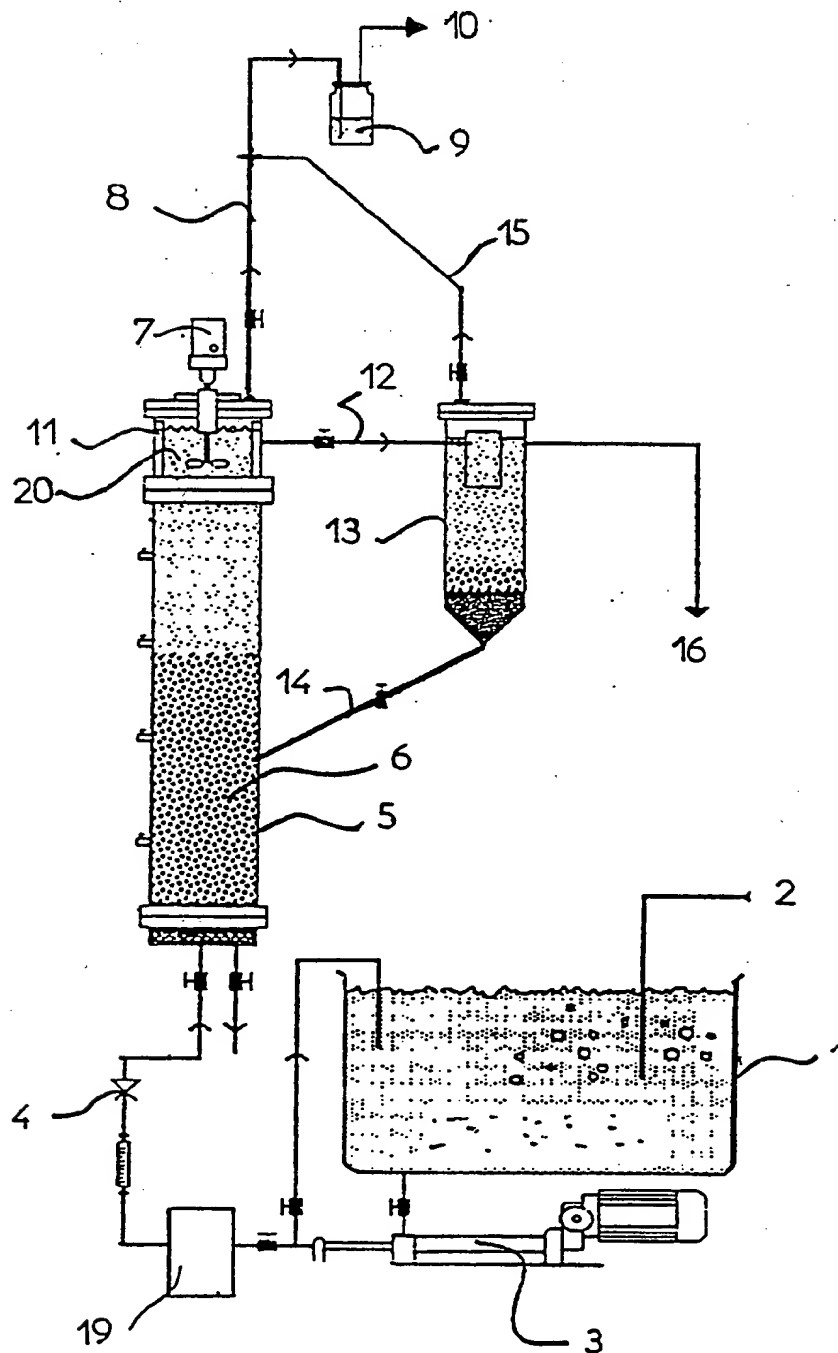
5/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,  
30 caractérisé en ce que le polymère superabsorbant est un  
polymère réticulé tridimensionnel hydrophile insoluble.

6/ Procédé selon la revendication 5, caractérisé en  
ce que le polymère superabsorbant est un polyacrylamide.

7/ Procédé pour le traitement des effluents résiduels, caractérisé en ce qu'il consiste :

- tout d'abord, à ajouter des grains de polymère superabsorbant à une solution contenant des bactéries 5 anaérobies à une température voisine de la température de développement optimal des dites bactéries ;
- puis, à laisser gonfler ce polymère de manière à ce que les dites bactéries se fixent puis se développent dans le dit polymère ;
- 10 - à éliminer éventuellement l'eau non fixée, de manière à obtenir des particules de polymère superabsorbant colonisées par des bactéries ;
- enfin, à introduire ces particules colonisées (6) dans un réacteur (5) de fluidisation en milieu anaérobie 15 où l'on introduit l'effluent (2) à épurer.

## PLANCHE UNIQUE



THIS PAGE BLANK (USPTO)